

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 63-142478

(43)Date of publication of application : 14.06.1988

(51)Int.Cl. G06F 15/70
G06F 15/62

(21)Application number : 61-288709 (71)Applicant : NISSAN MOTOR CO LTD

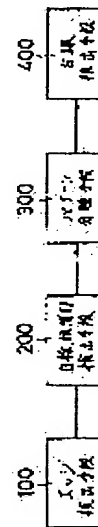
(22)Date of filing : 05.12.1986 (72)Inventor : SAITO HIROSHI
NOSO KAZUNORI

(54) WHITE LINE DETECTOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To stably detect a white line by detecting a white line candidate part and setting up a threshold in a maximum variable density value on a parameter plane obtained by HOUGH conversion.

CONSTITUTION: A point changing a variable density value from dark to bright and a point changing the variable density value from bright to dark are detected from a two-dimensional observation image obtained by image-picking up external environment including a white line by an edge detecting means 100 and an edge formed by the assembly of the detected points is detected. When the area formed by the edge is less than a prescribed width, the area is detected as a white line candidate part by a white line candidate part detecting means 200. A pattern sorting means 300 classifies the pattern of the white line and a white line detecting means 400 executes the HOUGH conversion of the classified pattern to detect the white line.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-142478

⑬ Int.Cl.⁴

G 06 F 15/70
15/62

識別記号

3 5 0
4 0 0

庁内整理番号

8419-5B
8419-5B

⑭ 公開 昭和63年(1988)6月14日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全8頁)

⑮ 発明の名称 白線検出装置

⑯ 特 願 昭61-288709

⑰ 出 願 昭61(1986)12月5日

⑱ 発 明 者 斎 藤 浩 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社
内

⑲ 発 明 者 農 宗 千 典 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社
内

⑳ 出 願 人 日産自動車株式会社 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

㉑ 代 理 人 弁理士 鈴木 弘男

明 細 書

1. 発明の名称

白線検出装置

2. 特許請求の範囲

白線を含む観測画像中濃淡値が暗から明に変化する点と明から暗に変化する点を画像全体にわたって検出し検出した点の集合により形成されるエッジを検出するエッジ検出手段と、前記エッジにより形成される領域が所定幅以下であるような領域を白線候補部として検出する白線候補部検出手段と、前記領域の中心点を抽出し該中心点の集合から白線のパターンを分類するパターン分類手段と、分類されたパターンについてHOUGH変換を施すことにより白線を検出する白線検出手段とを有することを特徴とする白線検出装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は無人搬送車などの走行路に引かれた白線を検出する白線検出装置に関する。

(従来技術)

無人搬送車などの走行車の走行を制御するために、走行車に取り付けられたテレビカメラなどの撮像部によって外部環境を撮像し、その撮像された二次元画像から外部環境を認識する技術が知られている。従来このような目的で外部環境を認識する手段としては、走行路面や壁面にセンシング可能なライン状またはスポット状の目印(マーカー)を設置し、走行車に設けた受光素子によってそれらの目印を感知する方法が知られている(たとえば特開昭59-224505号)。

しかしながら、このような従来の方法においては、路面や壁面に特別なマーカーを設置しなければならないために、外部環境のレイアウト変更が大変であるとか、マーカーの汚れに弱いという問題があり、外部環境に手を加えることなく安定して外部環境を認識する手法の開発が望まれている。

(発明の目的および構成)

本発明は上記の点にかんがみてなされたもの

で、レイアウトの変更や増設に際してマーカの再設置をするなど外部環境に手を加えずに外部環境を認識することを目的とし、そのために工場内には人や走行車の通路と作業場とを区別するために白線が引かれている点に着目し、上記目的を達成するために、第1図に全体構成を示すように、白線を含む外部環境を撮像して得られる二次元観測画像からエッジ検出手段100により濃淡値が暗から明に変化する点と明から暗に変化する点を検出し、検出した点の集合により形成されるエッジを検出し、このエッジにより形成される領域が所定幅以下であるような領域を白線候補部として白線候補部検出手段200により検出し、パターン分類手段300により前記領域の中心点の集合から白線のパターンを分類し、この分類されたパターンについて白線検出手段400においてHOUGH変換を施すことにより白線を検出するように構成したものである。

(実施例)

以下本発明を図面に基づいて説明する。

画像メモリ113と、同様の右下り骨格線格納用画像メモリ114と、これらのメモリ113および114のデータから白線を検出する白線検出部115とから構成されている。

次に第3図を参照して動作を説明する。

撮像部101から取り込んだ同図(イ)に示すような画像信号A(i, j)は画像メモリ102にストアされるとともに微分演算部103に送られ、3×3の微分フィルタP

$$P = \begin{pmatrix} -\frac{1}{2} & 0 & \frac{1}{2} \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

の作用によってエッジ画像A'(i, j)が得られる。たとえば、取扱う画像が1画素当り8ビットの濃淡情報(濃淡値0~255)を持ち得るとき

$$A'(i, j) = \text{INT} \left[\left(A(i+1, j-1) + 2A(i+1, j) + A(i+1, j+1) - A(i-1, j-1) - 2A(i-1, j) - A(i-1, j+1) + 1024 \right) / 2^3 \right]$$

となる。ここでINT(X)はXを越えない最大整数を与える関係であり、1024と2³はともに正規化のための項である。

第2図は本発明による白線検出装置の一実施例のブロック線図を示す。

本装置は、撮像部101と、この撮像部101により撮像した画像データをストアしておく画像メモリ102と、画像メモリ102にストアされた情報からエッジ情報を演算する微分演算部103と、演算したエッジ情報を閾値αで2値化する2値化部104と、演算したエッジ情報を閾値βで反転2値化する2値化部105と、これらの2値化部104、105で抽出したエッジ情報を幅1にそれぞれ細線化する細線化部106および107と、細線化された2枚の画像を加算する加算部108と、加算結果から鉛直方向エッジを除去する鉛直エッジ除去部109と、そこから白線と思われる領域を検出する白線候補部抽出部110と、白線候補とされた領域から中心線(骨格線)を抽出する骨格線抽出部111と、抽出された骨格線から骨格線を右上りか左上りかでパターン分けするパターン分類部112と、得られたパターンをストアしておく右上り骨格線格納用

こうして得られたエッジ画像A'(i, j)は2値化部104および105に送られ、2値化部104においてA'(i, j)を濃淡値128を越えるある閾値で2値化することにより(A'(i, j)において濃淡値が閾値を越えている画素に対し、その濃淡値を255に置き換え、閾値を越えていない画素については濃淡値0を置き換える操作を行う)、ラスタ走査した際のある一定値以上の明から暗への濃淡変化点が濃淡値255を有する画素として検出され、2値化部105においては、A'(i, j)を濃淡値128を越えないある閾値で反転2値化することにより(A'(i, j)において濃淡値が閾値を越えている画素に対しその濃淡値を0に置き換え、閾値を越えていない画素については濃淡値128に置き換える走査を行う)、ラスタ走査した際のある一定値以上の明から暗への濃淡変化点が濃淡値255を有する画素として検出される。

次に2値化部104および105で得られた画像を細線化部106および107で太さ1に細線

化し、細線化部107で得られた明から暗への濃淡変化点に128なる濃淡値を与え、加算部108において細線化部106と細線化部107の結果の同一画素どうしの濃淡値の加算を行う。以上の処理によって、たとえば第3図(イ)に示したような原画像A(i, j)から同図(ロ)に示したようなエッジ構成点画像B(i, j)が得られる。

次に鉛直エッジ除去部109において、エッジ構成点画像B(i, j)中の濃淡値255の鉛直方向ランおよび濃淡値128の鉛直方向ランをそれぞれ除去することによって同図(ハ)に示したような画像C(i, j)が得られる。

次に白線候補部抽出部110において、鉛直エッジ除去画像C(i, j)の濃淡値を調べ、左端の濃淡値が255、右端の濃淡値が128であるような水平領域で、両端の幅xがあらかじめ設定しておいた第3図(ニ)で与えられるWに対し、 $W/2 \leq x \leq W$ を満たすような領域を探し、白線候補部として濃淡値255を与え、同図(ホ)

に示すような画像D(i, j)を得る。

第4図は白線候補部抽出のフローチャートである。縦M画素、横N画素から成る鉛直エッジ除去画像C(i, j)について、 $i = 1$ 、 $j = 1$ として(F-1)画面の左上から水平方向にラスタ走査する。この間に画像C(i, j)の濃淡値を調べ、濃淡値が255になる点を調べる(F-2)。画像の濃淡値が255となる画素が見つかったとき、次の式から定まる水平方向探索範囲Wを設定する(F-3)。

$$W = \text{INT}(j/20)$$

ここで式中の20はカメラのレイアウトとか白線の太さなどによって使用者が予め決定する値の一例である。次にWが0でないことを確認し(F-4)、確認できたところで $K = i + W$ からKを求め(F-5)、 $K \geq N$ となるまで(F-6)画像C(i, j)の濃淡値が128になる点を調べる(F-7)。濃淡値が128になったところで $L = i$ とし(F-8)、 $D(L, j) = 255$ となる画素を求める(F-9)。この処理後はス

テップ(F-2)にもどり、 $i = 1$ からN、 $j = 1$ からMについて上述した処理を繰り返す。こうして画面を左から右に向かって探索を行ない、画像C(i, j)からWを越えない最大の領域を抽出し、第3図(ホ)に示すような白線候補部画像D(i, j)が得られる。

すなわち、この処理においても、まず画面の左上の画素から水平方向に走査するものとし、 $i = 1$ 、 $j = 1$ とする(P-1)。

まず、白線候補部画像D(i, j)の濃淡値が0か否かを調べ(P-2)、0ならば白線候補部がないとしてK水平方向に1画素分だけ移動する。これに対して画像D(i, j)の濃淡値が0でなければ白線候補部ありとして $A = 1$ とし(P-3)、次にiを $i + 1$ として(P-4) $i = N$ になるまで(P-5)、画像D(i, j)の濃度値が0か否かを調べ続ける(P-6)。走査点が1画素分だけ水平方向に移動するたびにAを1ずつインクリメントしていく(F-7)。ステップ(P-6)において、 $D(i, j) = 0$ となった

ときに $K = i - \text{INT}(\frac{A+1}{2})$ を演算してKを求め(P-8)、そのKをx座標とする画素E(k, j) = 255を求める(P-9)。

ステップ(P-2)にもどって $i = 1$ からN、 $j = 1$ からMについて上述した処理を繰り返し全画面について骨格線を求める。その結果第3図(ヘ)に示すような骨格線画像E(i, j)が得られる。

次にパターン分離部112において、骨格線画像E(i, j)から右上りの骨格線F(i, j)と右下りの骨格線G(i, j)をそれぞれ抽出する。すなわちE(i, j)にその中央に骨格線構成画素(濃淡値255の画素)がくるような3×3のマスクをかけると、マスク内パターンは第5図に示したパターンのいずれかになるため、右上りパターン、右下りパターンの分類を容易に行うことができる。こうして得られた右上り骨格線F(i, j)および右下り骨格線G(i, j)の画像は第3図(ト)および(チ)に示すようなもので、それぞれ画像メモリ113および114にス

トアされる。

次に白線検出部115において、これらの骨格線 $F(i, j)$ および $G(i, j)$ にそれぞれHOUGH変換を施すことにより白線を検出することができる。白線の検出結果は第3図(リ)に示すようになる。図 2_1 および 2_2 が検出した白線である。

HOUGH変換とは $F(i, j)$ 、 $G(i, j)$ のような点列から直線を検出する手法であり、画像処理の分野で広く用いられる。以下、今回用いたHOUGH変換について $F(i, j)$ を例にとって第7図を用いて説明する。

第7図(ロ)は同図(イ)上に設けた基準ライン $y = \alpha$ 上で点 P を P_0 から P_1 まで変化させた際、点 P と骨格構成点 A 点とを結ぶ直線が画像端と交わる点 Q の軌跡を表わしたものである。パラメータ平面上の点 (P_1, Q_1) には P_1, Q_1 を結ぶ線分上に骨格線構成点は何点乗っているかを表わすために軌跡の通過ごとに濃淡値をインクリメントしていく。たとえば第7図(ロ)では、点 A の

(Y)を T として最大濃淡値 V を求め($W-8$)、この最大濃淡値 V が閾値 V_{th} より大きくなったとき白線あり、小さいとき白線なしとする($W-9$)。

こうして、与えられたすべての骨格構成点について処理を行い、パラメータ平面(P, Q)上で最大濃淡値を有する点をもって、最適直線と見なすことができる。

ここでたとえば、原画像に白線が1本しか見えないとき、たとえば右上りの白線しか見えないときを考えると、右下りの骨格線として抽出した $G(i, j)$ には白線データは何も入っていないわけである。したがって $G(i, j)$ をHOUGH変換した際のパラメータ平面の最大濃淡値は、白線が見えているときのそれに比べて小さくなることが予想される。したがって、HOUGH変換した際のパラメータ平面上の最大濃淡値 V に閾値を設定することによって白線が1本しか見えないときでも対処可能になる。上の例では右下りの骨格線 $G(i, j)$ から得られたパラメータ平面の最

大濃淡値が V に満たないことになって、右下りの白線は検出されないようになる。

このようにして検出した白線位置を通路端位置と見なすことができ、無人搬送車の走行制御などに用いることができる。

まず点 P を P_0 に定め($W-1$)、基準ライン上の左端の画素($i=1, j=\alpha$)から始めて($W-2$)、右上り骨格線 $F(i, j)$ の濃淡値が255になるまで i を1から P まで、 j を α から M まで増していく。右上り骨格線 $F(i, j)$ の濃淡値が255になったところで Q_1 を算出し($W-4$)、パラメータ平面の濃淡値 $R(P, Q)$ を1だけインクリメントする($W-5$)。ここでパラメータ平面の最大濃淡値 $V=0, X=P_0, Y=Q_0$ から始めて($W-6$)、 X を P_0 から P_1 まで、 Y を Q_0 から Q_1 まで変化させて点 (X, Y) の濃淡値 $R(X, Y)$ が最大濃淡値 $V(=0)$ より大きくなる点 (X, Y) を求める。

最大濃淡値 V を与える $P_1(X_1)$ を S とし、 Q_1

なお、第3図(リ)に示すようなHOUGH変換により求めた2本の白線 2_1 と 2_2 の支点 V_1 を観測画像の消点と見なすことができる。

(発明の効果)

以上説明したように、本発明においては、観測画像において濃度が暗から明に変化する点を左端、明から暗に変化する点を右端とする領域のうち白線幅に近いものだけを検出し、その領域の中心点をもって白線候補とみなし、HOUGH変換で得られるパラメータ平面の最大濃淡値に閾値を設定することにより白線を検出するようにしたので、従来のように走行路面や壁面に設けたマーカーを用いずに外部環境を認識することができるため工場のレイアウトを変更したり増設したりしてもマーカーを設置し直すとか新たに設ける必要

がなくて汎用性が高く、設備コストが大幅に削減できるとともに、保守管理の煩わしさが全くなくランニングコスト上も有利である。また検出は白線の多少の汚れには影響を受けずに、安定して白線位置を検出できる。さらに、白線を求めるHOUGH変換が安定して迅速にできるという利点もある。

4. 図面の簡単な説明

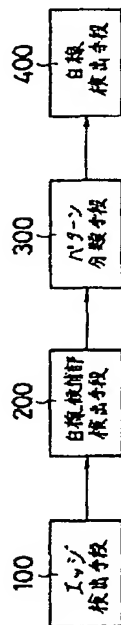
第1図は本発明による白線検出装置の全体構成図、第2図は本発明による白線検出装置の一実施例のブロック線図、第3図は本発明による白線検出の画像処理の各ステップにおいて得られる画像を示し、(イ)は観測画像、(ロ)はエッジ構成点画像、(ハ)は鉛直エッジ除去画像、(ニ)は水平方向探索範囲、(ホ)は白線候補部画像、(ヘ)は骨格線画像、(ト)は右上り骨格像、(チ)は右下り骨格像、(リ)は白線検出結果を示す画像、第4図は白線候補部抽出のフローチャート、第5図は骨格線画像精製のフローチャート、第6図は骨格線のパターン、第7図は

HOUGH変換の説明図、第8図はHOUGH変換のフローチャートである。

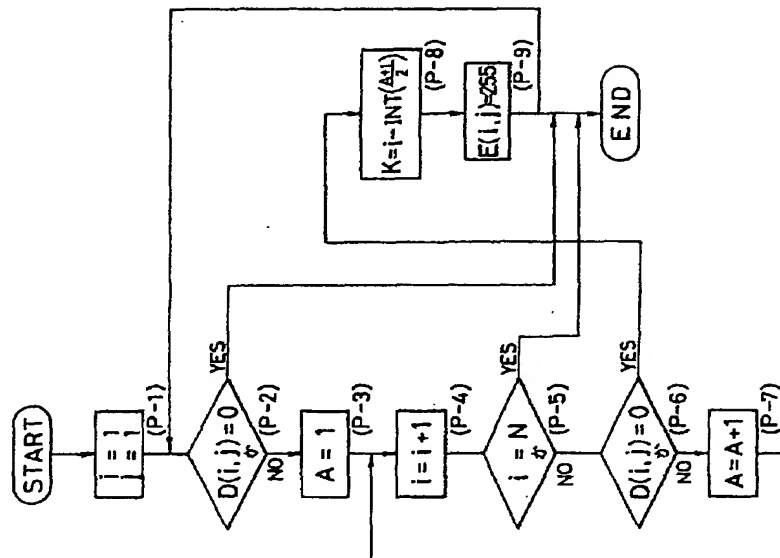
100…エッジ検出手段、200…白線候補部検出手段、300…パターン分類手段、400…白線検出手段

特許出願人 日産自動車株式会社
代理人 弁理士 鈴木弘男

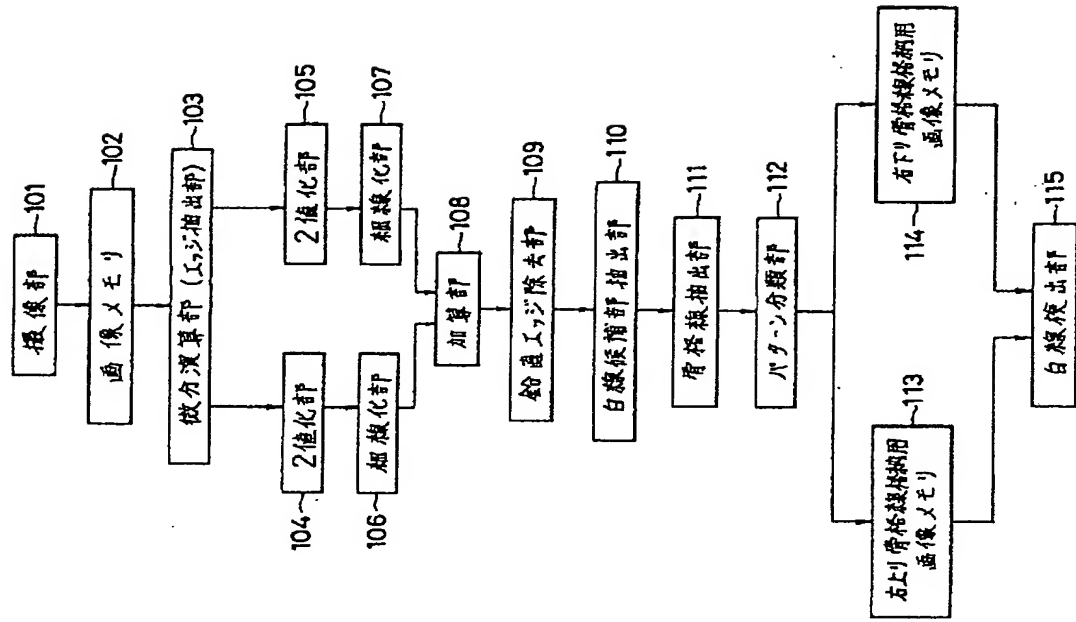
第1図



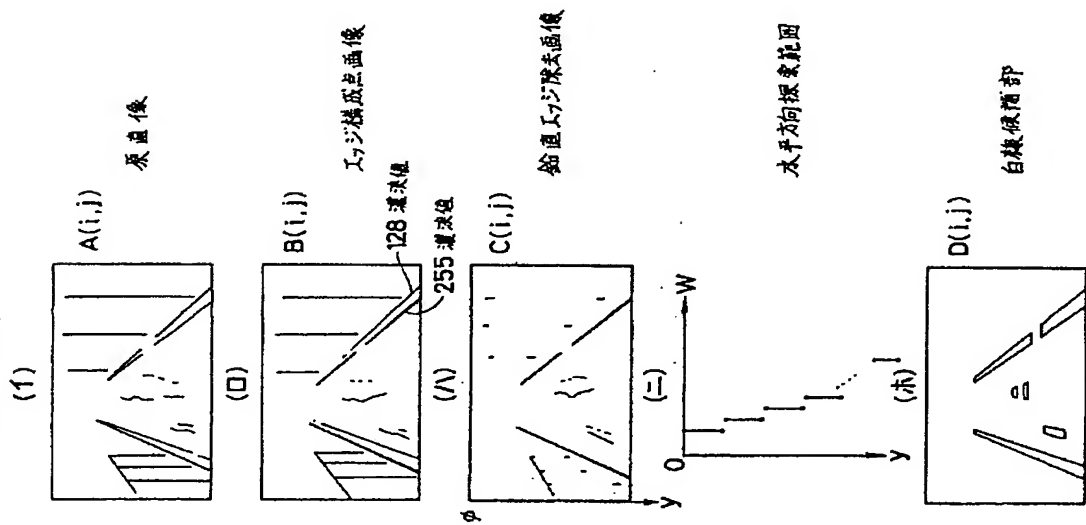
第5図



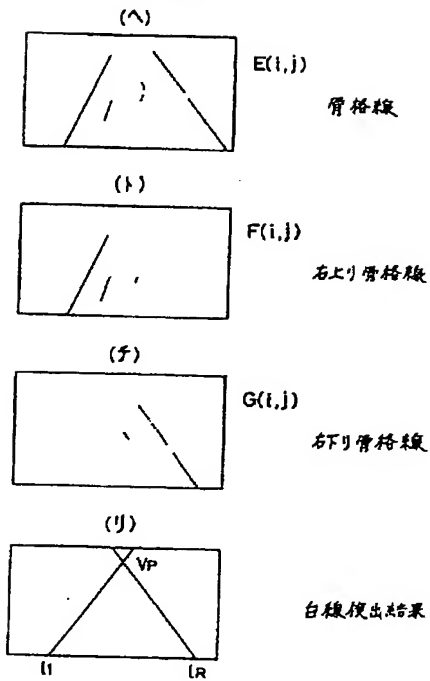
第2図



第3図



第 3 図

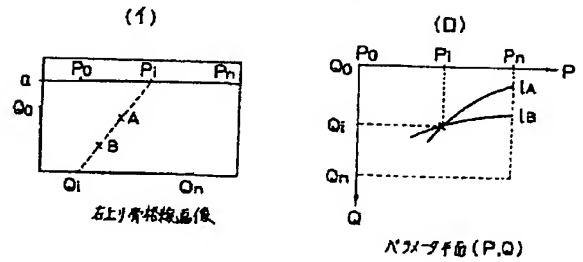


第 6 図

パターン例						左上パターン	右下パターン
						X	X
						X	O
						O	X

○は骨格線検出結果

第 7 図



第 4 図

